



71 Anmelder:
Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, 15827
Dahlewitz, DE

72 Erfinder:
Ebel, Michael, 15834 Rangsdorf, DE; Gerendás,
Miklós, Dr., 15806 Zossen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

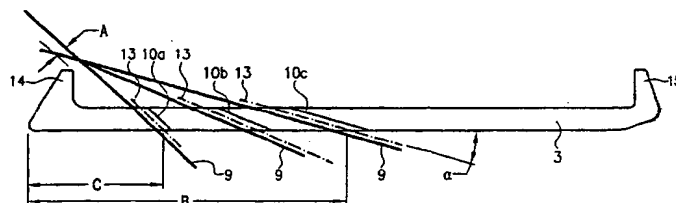
FR 27 52 916 A1
US 57 78 676 A
EP 09 72 992 A2

JP 08278029 A., In: Patent Abstracts of Japan;;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Brennkammerschindel für eine Gasturbine mit mehreren Kühllöchern mit unterschiedlicher Winkelausrichtung

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammer-
schindel 3 für eine Gasturbine mit mehreren Kühllöchern
10, dadurch gekennzeichnet, dass die in Strömungsrich-
tung aufeinanderfolgenden Kühllöcher 10, beginnend am
Randbereich 14 der Brennkammerschindel 3, bezogen auf
ihre Mittelachse 13, einen abnehmenden Winkel α zur
Mittelsebene der Brennkammerschindel 3 aufweisen.



[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammerschindel für eine Gasturbine mit mehreren Kühllöchern.

[0002] Bei Gasturbinen-Brennkammern ist wegen einer hohen Umweltverträglichkeit eine möglichst effiziente Kraftstoffausnutzung anzustreben, um dadurch niedrige Schadstoffemissionen zu erhalten. Ein guter Wirkungsgrad der Gasturbine wird unter anderem dann erzielt, wenn möglichst wenig Prozessluft zu Kühlzwecken verwendet werden muss. Hierbei spielt die Brennkammerwandkühlung eine große Rolle.

[0003] Es ist bekannt, durch eine Vielzahl von Prallluftlöchern Kühlluft in einen Luftspalt zwischen der Brennkammerschindel und der Brennkammerwandung einzuleiten. Diese Luft wird wiederum durch Kühllöcher oder Effusionsbohrungen durch die aus hochtemperaturfesten Materialien gefertigten Brennkammerschindeln geleitet. Um die zur Verfügung stehende Kühlluft möglichst wirksam einzusetzen, ist die Anzahl der Kühllöcher sehr groß gewählt, die Größe der Kühllöcher bzw. deren Durchmesser allerdings entsprechend klein, da die Querschnittsfläche der insgesamt zur Verfügung stehenden Kühllöcher konstruktiv vorgegeben ist.

[0004] Zur Fertigung der Kühllöcher wird üblicherweise ein Bohrverfahren eingesetzt, welches Laserstrahlen verwendet. Während die Prallluftlöcher in der Regel senkrecht zu der zu bohrenden Wandung der Brennkammer ausgebildet sind, müssen die Kühllöcher oder Effusionslöcher unter einem relativ flachen Winkel in Richtung der allgemeinen Brennkammerströmung angeordnet sein, um eine optimale Ausbildung des Kühlfilms auf der Heißeite der Brennkammerschindeln zu erreichen. Zur Erzielung gleichmäßiger Strömungsvorgänge weisen die Kühllöcher beim Stand der Technik alle denselben Neigungswinkel zur Mittelachse der Brennkammerschindeln auf. Hierdurch ist es theoretisch möglich, eine gleichmäßige Kühlwirkung auf der gesamten Fläche der Brennkammerschindel zu erzielen. Die Ausbildung von sogenannten heißen Stellen, welche eine negative Auswirkung auf die Lebensdauer der Brennkammerschindeln hätte, wird somit vermieden.

[0005] Problematisch sind jedoch sogenannte Singularitäten im Kühllochfeld. Hierzu beschreibt beispielsweise die EP 972 992 A1 Maßnahmen, um in den Bereichen hinter den Mischluftlöchern, in deren Nachlauf die unter einem flachen Winkel gebohrten Kühllöcher in den Lochrand laufen würden, zur effizienteren Kühlung zu ergreifen. Im negativen Fall würden dort hohe Spannungsspitzen auftreten, die ihrerseits zu einem Anriss des Bauteils und einem nachfolgenden Bauteilversagen führen würden.

[0006] Der Stand der Technik zeigt, dass die Herstellung der Kühllöcher (Effusionsbohrungen) mittels Laserstrahl die derzeit einzige wirtschaftliche Variante ist, um die benötigte große Anzahl von Kühllöchern in den Brennkammerschindeln zu erzeugen. Man unterscheidet dabei zwischen zwei möglichen Verfahren, einer Schlagbohrvariante (Percussion) und einer Schneidvariante (Trepanning). In beiden Fällen kann die Schneidwirkung des Laserstrahls nicht auf das zu bohrende Kühlloch beschränkt werden. Vielmehr wird sämtliches Material, welches sich im Bereich des Laserschnitts befindet, mehr oder weniger stark aufgeworfen, zerlegt und/oder entfernt. Sofern ausreichend Platz zur Verfügung steht, kann die Beschädigung benachbarter Materialbereiche durch geeignete Masken verhindert werden. Dies ist jedoch insbesondere bei den Kühllöchern, die am Randbereich der Schindel gebohrt werden sollen, nicht möglich. Somit ist es mit den bekannten Herstellungsverfahren nicht möglich, eng angrenzend an den Randbereich einer Schindel

Kühllöcher einzubringen, da bei deren Herstellung der Randbereich der Brennkammerschindel beschädigt würde. Hieraus resultiert, dass angrenzend an den umlaufenden Schindelrand ein relativ breiter Bereich der Brennkammerschindel nicht mit Kühllöchern versehen sein kann. Dieser Bereich wird somit nicht optimal gekühlt. Um trotzdem eine Kühlwirkung zu erzielen, muss im Vorbereich der Brennkammerschindel ein entsprechender Kühlfilm erzeugt werden, der über den Anfangsbereich der Brennkammerschindel wirksam ist und sich bis zu den ersten Kühllöchern erstreckt. Der hierbei benötigte Kühlluftmassenstrom nimmt überproportional mit der zu überwindenden Lauflänge dieses Anfangskühlluftstroms zu. Dies bedeutet, dass eine erhebliche Kühlluftmenge benötigt wird, um den Anfangsbereich der Brennkammerschindel zu kühlen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Brennkammerschindel der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit unter Vermeidung der aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile eine effiziente Kühlung zu ermöglichen.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die in Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Kühllöcher, beginnend am Randbereich der Schindel, bezogen auf ihre Mittelachse, einen abnehmenden Winkel zur Mittelebene der Brennkammerschindel aufweisen.

[0010] Die erfindungsgemäße Brennkammerschindel zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus.

[0011] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, die an den Randbereich der Brennkammerschindel angrenzenden Kühllöcher (Effusionsbohrungen) mit einem steileren Winkel zu erzeugen. Hierdurch ist es möglich, dass kein Teil der Brennkammerschindel, auch nicht deren Randbereich, sich in der Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls befindet.

[0012] Erfindungsgemäß sind somit die direkt an den Randbereich anschließenden Kühllöcher mit einem relativ großen Winkel, bezogen auf ihre Mittelachse, gebohrt, während die nächstfolgenden Kühllöcher jeweils einen flacheren Winkel einnehmen können, solange bis der für die restliche Kühlung der Brennkammerschindel optimale flache Winkel der Kühllöcher erreicht ist.

[0013] Bedingt durch den steileren Winkel der sich an den Randbereich anschließenden Kühllöcher ist dort zwar die Kühlung nicht ganz optimal, sie ist in jedem Falle jedoch besser, als wenn sich dort, wie beim Stand der Technik bekannt, keinerlei Kühllöcher befinden. Weiterhin ist die zu der Kühlung dieses Bereichs erforderliche Kühlluftmenge geringer, als die für den Starterfilm benötigte Kühlluftmenge.

[0014] Insgesamt ergibt sich somit eine weitaus bessere Kühlung des Randbereichs der Brennkammerschindel. Dies wiederum führt zu einer Vergleichmäßigung des Temperaturfeldes auf der Brennkammerschindel und damit zu einer erheblichen Reduzierung der durch den thermischen Gradienten induzierten Spannungen. Als Folge hieraus ist eine wesentlich höhere Lebensdauer der Brennkammerschindeln zu erzielen.

[0015] Weiterhin führt dies im Wesentlichen homogenes Temperaturfeld der Brennkammerschindel zu einer gleichmäßigeren thermischen Verformung, sodass es möglich ist, eine bessere Spaltkontrolle zwischen der Brennkammerschindel und der Wandung der Brennkammer zu erhalten. Diese bessere Spaltkontrolle ermöglicht eine weitaus bessere Ausnutzung der eingesetzten Kühlluft. Hierdurch er-

hört sich der Wirkungsgrad der Gasturbine ganz erheblich.
[0016] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

[0017] Fig. 1 eine schematische Teil-Schnittansicht einer erfindungsgemäß ausgebildeten Brennkammer,

[0018] Fig. 2 eine vergrößerte Seiten-Schnittansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Brennkammerschindel, wie in Fig. 1 gezeigt, und

[0019] Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennkammerschindel.

[0020] Die stark vereinfachte, schematische Teil-Schnittansicht der Fig. 1 zeigt eine Brennkammerwandung 1, in der mehrere senkrechte zu dieser verlaufende Prallkühlöcher 2 ausgebildet sind.

[0021] In einem Abstand zu der Brennkammerwand 1 ist eine Brennkammerschindel 3 angeordnet, deren Randbereich 14, 15 unter Bildung einer Kühlluftkammer 16 gegen die Brennkammerwand 1 anliegen.

[0022] Die Darstellung der Fig. 1 zeigt weiterhin einen Hitzeschild 4 sowie ein Loch 5 für einen Kühlluft-Starterfilm 6. Die Ausgestaltung des Hitzeschildes 4 sowie des Lochs 5 und des Starterfilms 6 zeigen den aus dem Stand der Technik bekannten Zustand, auf weitere Erläuterungen kann deshalb an dieser Stelle verzichtet werden.

[0023] Die Kühlluft strömt durch die Kühlluftkammer 16 zu einer Vielzahl von Kühlöchern 10 (Effusionslöcher), so dass sich auf der Heißeite der Brennkammerschindel 3 ein Kühlfilm 8 ausbildet. Auch dieser Vorgang ist grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt, sodass auf detailliertere Beschreibungen an dieser Stelle verzichtet werden kann.

[0024] Mit dem Bezugszeichen 7 ist ein Kühlluftstrom durch die Kühlöcher 10 beschrieben.

[0025] Die eigentliche Brennkammerströmung ist durch die Pfeile 11 verdeutlicht.

[0026] In Fig. 2 ist in vergrößerter Darstellung die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Kühlöcher 10 dargestellt.

[0027] Während es bei der aus dem Stand der Technik bekannten Vorgehensweise nicht möglich ist, die Kühlöcher näher an den Randbereich 14 anzunähern, als das dargestellte Kühlloch 10c mit der Folge, dass der mit B gekennzeichnete Bereich nicht ausreichend gekühlt ist, ergibt sich erfindungsgemäß bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel lediglich ein sehr schmaler, nicht optimal durch die durch die Kühlöcher 10 austretende Kühlluft gekühlter Bereich C. Die erste Anordnung von Kühlöchern 10a weist, wie in Fig. 2 gezeigt, einen relativ großen Winkel α zur Mittelachse oder Oberfläche der Brennkammerschindel 3 auf. Mit dem Bezugszeichen 9 ist jeweils ein Laserstrahl schematisch dargestellt. Es ergibt sich, dass dieser in seiner Verlängerung, bezogen auf das Kühlloch 10a einen Abstand von A zu dem Randbereich 14 einhält, sodass letzterer nicht beschädigt wird.

[0028] Die nächstfolgende Anordnung von Kühlöchern 10b weist einen kleineren Winkel α auf, als die erste Anordnung von Kühlöchern 10a. Dieser Winkel α ist jedoch größer, als der für die restliche Kühlung der Brennkammerschindel 3 optimale Winkel α , der bei der Kühllochanordnung 10c realisiert ist.

[0029] Auf die Darstellung der weiteren Kühlöcher, welche parallel zu der Kühllochanordnung 10c in der Brennkammerschindel 3 ausgebildet sind, wurde aus Gründen der übersichtlicheren Darstellung in Fig. 2 verzichtet.

[0030] Die Fig. 3 zeigt eine Ansicht einer erfindungsgemäß ausgebildeten Brennkammerschindel. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass die Mittelachsen 13 der Kühlöcher 10 nicht zwangsweise parallel oder in der gleichen Ebene wie die Brennkammerströmung 11 zu liegen brauchen. Die

Bohrrichtung, d. h. die Richtung der Achsen 11 kann einen Winkel zum Randbereich 14 der Brennkammerschindel 3 haben, welcher von 90° abweicht. Dies ist aus der in Fig. 3 von oben gezeigten Ansicht der Brennkammerschindel 3 ersichtlich.

[0031] Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr ergeben sich im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten. So ist es beispielsweise möglich, das erste Kühlloch 10 mit einem noch größeren Winkel α durch die Brennkammerschindel 3 zu führen.

Bezugszeichenliste

- 1 Brennkammerwand
- 2 Prallkühlloch
- 3 Brennkammerschindel
- 4 Hitzeschild
- 5 Loch
- 6 Kühlluftstarterfilm
- 7 Kühlluftstrom
- 8 Kühlfilm
- 9 Laserstrahl
- 10 Kühlloch
- 11 Brennkammerströmung
- 12 -
- 13 Mittelachse
- 14 Randbereich
- 15 Randbereich
- 16 Kühlluftkammer

Patentansprüche

1. Brennkammerschindel (3) für eine Gasturbine mit mehreren Kühlöchern (10), dadurch gekennzeichnet, dass die in Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Kühlöcher (10), beginnend am Randbereich (14) der Brennkammerschindel (3) bezogen auf ihre Mittelachse (13), einen abnehmenden Winkel α zur Mittelebene der Brennkammerschindel (3) aufweisen.
2. Brennkammerschindel (3) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachse (13) so ausgerichtet ist, dass deren Verlängerung auf der Kaltseite der Brennkammerschindel (3) einen Abstand zu einem stromaufwärtigen Randbereich (14) der Brennkammerschindel (3) hat.
3. Brennkammerschindel (3) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zumindest gleich oder größer als der halbe Durchmesser des Kühllochs (10) ist.
4. Brennkammerschindel (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Reihen nebeneinander angeordneter Kühlöcher (10) vorgesehen sind.
5. Brennkammerschindel (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel α stets einen maximalen Wert aufweist.
6. Brennkammerschindel (3) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das an den Randbereich (14) anschließende Kühlloch (10) stets einen maximalen Wert des Winkels α aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

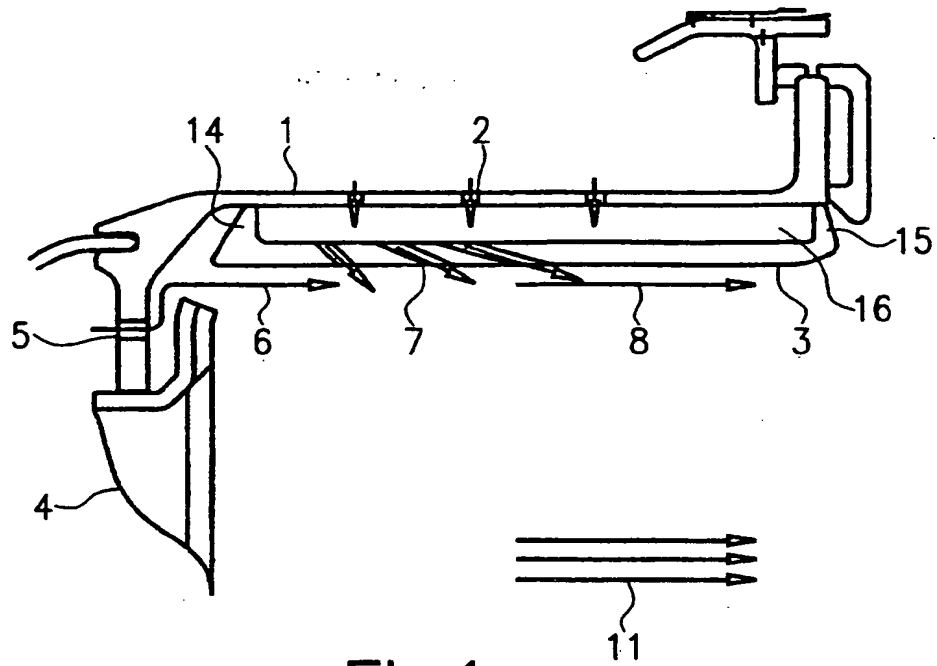


Fig.1

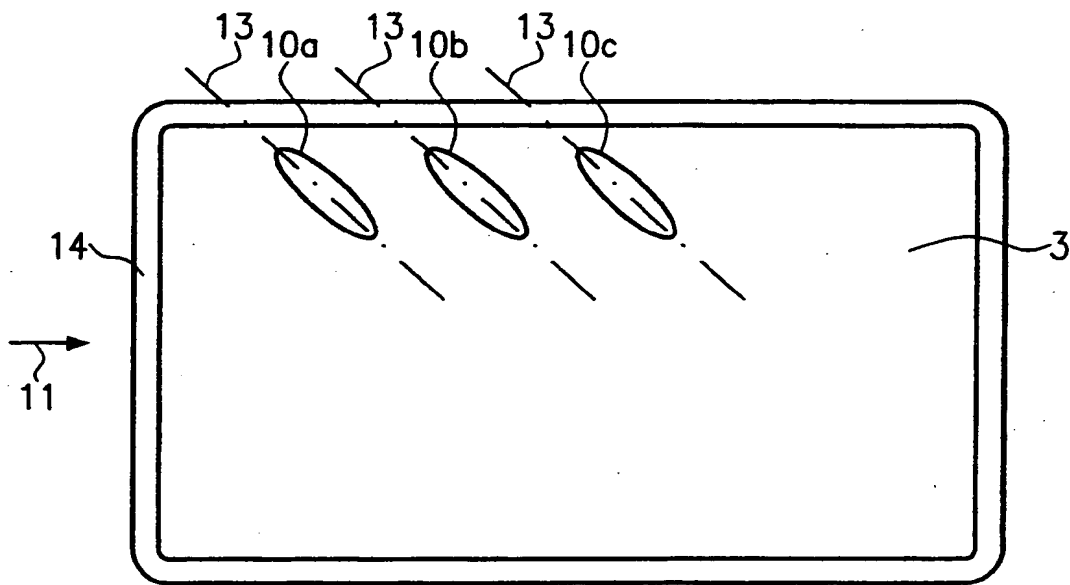


Fig.3

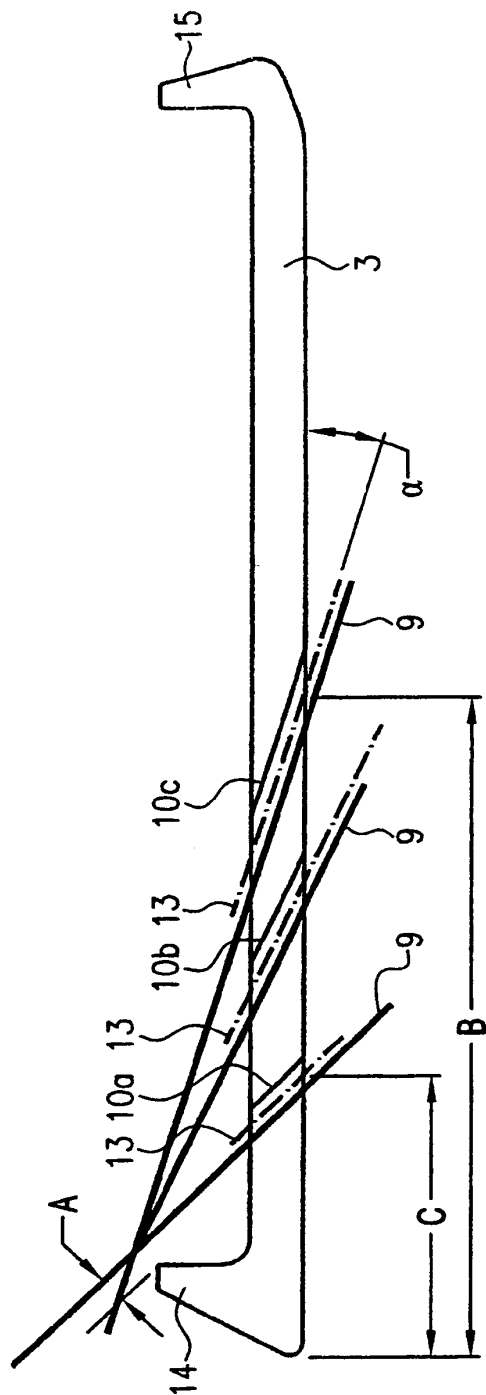
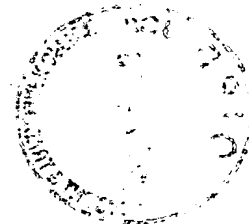


Fig. 2

Combustor lining with cooling holes for gas turbine, has cooling hole angle decreasing in air flow direction from lining edge region

No. Publication (Sec.): DE10158548
Date de publication : 2003-06-12
Inventeur : EBEL MICHAEL [DE]; GERENDAS MIKLOS [DE]
Déposant : ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]
Numéro original : ☐ DE10158548
No. d'enregistrement : DE20011058548 20011129
No. de priorité : DE20011058548 20011129
Classification IPC : F23R3/42; F02C7/12
Classification EC : F23R3/00B
Brevets correspondants :



Abrégé

The angle of the cooling hole (10a-10c) relative to the central plane of the lining (3) decreases in the air flow direction, starting from lining edge region (14).

Données extraites de la base de données esp@cenet - I2



THIS PAGE BLANK (USPTO)